

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 6月26日
Date of Application:

出願番号 特願2003-183302
Application Number:

[ST. 10/C] : [JP2003-183302]

出願人 イーエムシー株式会社
Applicant(s):

2003年 8月14日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康



【書類名】

特許願

【整理番号】

AX03-023

【提出日】

平成15年 6月26日

【あて先】

特許庁長官 殿

【国際特許分類】

H03H

【発明の名称】

ノイズフィルタ及びこれを備えた電子装置

【請求項の数】

11

【発明者】**【住所又は居所】** 東京都国分寺市本町3-10-22 オリエントプラザ
国分寺11階 イーエムシー株式会社内**【氏名】** 寺川 隆成**【発明者】****【住所又は居所】** 東京都国分寺市本町3-10-22 オリエントプラザ
国分寺11階 イーエムシー株式会社内**【氏名】** 山中 英幸**【特許出願人】****【識別番号】** 300031115**【氏名又は名称】** イーエムシー株式会社**【代理人】****【識別番号】** 100079164**【弁理士】****【氏名又は名称】** 高橋 勇**【電話番号】** 03-3862-6520**【手数料の表示】****【予納台帳番号】** 013505**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0200741

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ノイズフィルタ及びこれを備えた電子装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 商用電源を使用する電子装置のアース線に取り付けられるノイズフィルタであって、

前記アース線に誘導されるノイズ電流を抑制するインダクタと、このインダクタに並列接続された抵抗器とを備え、前記インダクタが前記商用電源からの短絡電流に対して磁気飽和する特性を有することを特徴とするノイズフィルタ。

【請求項 2】 前記インダクタと前記抵抗器との並列回路は、一方の端子が前記アース線を介して接地され、他方の端子が前記電子装置に接続される、

請求項 1 記載のノイズフィルタ。

【請求項 3】 前記短絡電流が 25 A であるとき、当該ノイズフィルタのインピーダンスが 0.1 Ω 以下である、

請求項 1 又は 2 記載のノイズフィルタ。

【請求項 4】 前記ノイズ電流の周波数が 10 kHz であるとき、前記インダクタのリアクタンスが 2 kΩ 以上である、

請求項 3 記載のノイズフィルタ。

【請求項 5】 電源電流の角周波数を ω_p [rad] 、ノイズ電流の下限の角周波数を ω_n [rad] 、前記インダクタのインダクタンスを L [H] 、前記抵抗器の抵抗値を R [Ω] としたとき、

$$10(\omega_p \cdot L) < R < (\omega_n \cdot L) / 10$$

が成り立つ、

請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載のノイズフィルタ。

【請求項 6】 電源電流の角周波数を ω_p [rad] 、ノイズ電流の下限の角周波数を ω_n [rad] 、前記インダクタのインダクタンスを L [H] 、前記抵抗器の抵抗値を R [Ω] としたとき、

$$100(\omega_p \cdot L) < R < (\omega_n \cdot L) / 100$$

が成り立つ、

請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載のノイズフィルタ。

【請求項 7】 電源電流の角周波数を ω_p [rad] 、ノイズ電流の下限の角周波数を ω_n [rad] 、前記インダクタのインダクタンスを L [H] 、前記抵抗器の抵抗値を R [Ω] としたとき、

$$1000 (\omega_p \cdot L) < R < (\omega_n \cdot L) / 1000$$

が成り立つ、

請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載のノイズフィルタ。

【請求項 8】 ノイズ電流の下限の角周波数を ω_n [rad] 、前記インダクタのインダクタンスを L [H] 、前記抵抗器の抵抗値を R [Ω] としたとき、

$$(\omega_n \cdot L) / R \geq 1 / (2 \omega_n)$$

が成り立つ、

請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載のノイズフィルタ。

【請求項 9】 前記抵抗器が可変抵抗器である、

請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載のノイズフィルタ。

【請求項 10】 前記インダクタがトロイダルコイルであり、このトロイダルコイル及び前記可変抵抗器の並列回路が筐体内に収容され、前記トロイダルコイルの内周壁に囲まれた空間内に前記可変抵抗器が配置され、前記可変抵抗器の抵抗値を変えるための抵抗値可変手段が前記筐体外から操作可能な位置に設けられた、

請求項 9 記載のノイズフィルタ。

【請求項 11】 請求項 1 乃至 10 のいずれかに記載のノイズフィルタを備えた電子装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、商用電源を使用する電子装置のアース線に取り付けられるノイズフィルタに関し、詳しくはアース線に誘導されるノイズを抑制するインダクタを備えたノイズフィルタ等に関する。

【0002】

【従来の技術】

この種の従来のノイズフィルタは、インダクタからなり、ノイズと呼ばれる不要信号を周波数弁別し、商用電源からの短絡電流をアース側へ通過させる機能を有している（例えば下記特許文献1参照）。ノイズの周波数は、例えば10 kHz以上である。国内での商用電源の周波数は、50 Hz又は60 Hzである。

【0003】

図9 [1] は、従来のノイズフィルタを示す回路図である。図9 [2] は、図9 [1] のノイズフィルタの使用状態を示す回路図である。以下、この図面に基づき説明する。

【0004】

ノイズフィルタ70は、一個のインダクタ71からなるアース線用の二端子ノイズフィルタである。一方の端子72がアース線74を介して接地され、他方の端子73が電子装置75に接続される。また、インダクタ71のインダクタンスは、漏電などに起因する商用電源の短絡電流 I_s を電子装置75からアース76へ流すとともに、アース線74に誘導されるノイズ電流 I_n を阻止するように設定されている。

【0005】

【特許文献1】

実開昭61-140620号公報（第1図等）

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来のノイズフィルタでは次のような問題があった。

【0007】

(1) ノイズと言われる雑音電力は、定常電流の形でアース線74に誘導されるだけではなく、不定期的に時間をおいてパルス状に誘導される場合もある。このような場合、ノイズフィルタ70を構成するインダクタ71は、磁界や電界によって電力を蓄えているため、ノイズ電力の流入が止まれば蓄えた電力を放出する。そのため、この放出電力によって、電子装置75が誤動作したり一時的に機能低下を起こしたりする。

【0008】

(2) アース74線上に誘導されるノイズ電流 I_n の低減には、前述のとおりインダクタ71が有効である。一方、アース線74に接続されている電子装置75のうち特に大型のものでは、かなりの対地容量Cを有するため、その対地容量Cとインダクタ71とで直列共振を生じる場合がある。したがって、その共振周波電流が電子装置75側に流れ込むと、ノイズ障害を発生する。

【0009】

(3) インダクタ71のインダクタンスは、ノイズ電流 I_n を遮断するためにはできるだけ高いことが望ましく、短絡電流 I_s を導通させるためにはできるだけ低いことが望ましい。このように相反する特性を両立させることは極めて困難であった。つまり、ノイズ電流 I_n を十分に遮断しようとしてインダクタンスを高くすると短絡電流 I_s が十分に導通しなくなり、逆に短絡電流 I_s を十分に導通させようとしてインダクタンスを低くするとノイズ電流 I_n が十分に遮断されなくなる。

【0010】

【発明の目的】

そこで、本発明の目的は、ノイズフィルタからの放出電力、ノイズフィルタと対地容量との共振周波電流、及びノイズ電流の遮断と短絡電流の導通との両立を解決し得る、ノイズフィルタ、及びこれを備えた電子装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】

本発明者は、上記問題を解決すべく研究に励んだ結果、「ノイズフィルタからの放出電力による問題は、ノイズフィルタがノイズ電流を消費（熱エネルギーに変換）する機能を持たないことに起因すること。」及び「ノイズ電流の遮断と短絡電流の導通との両立を図るには、インダクタの磁気飽和現象を利用すればよいこと。」をそれぞれ見い出した。本発明は、この知見に基づきなされたものである。すなわち、インダクタに並列に抵抗器を接続することにより、抵抗器でノイズ電流が消費されるのである。また、このような構成にしたところ、対地容量とインダクタとの直列共振電流も抵抗器によって減衰することがわかった。更に、短

絡電流で磁気飽和するインダクタであれば、短絡電流に対してはインダクタンスに関係なく低インピーダンスになるので、インダクタンスを高くしてノイズ電流を十分に遮断することが可能となる。以下に詳しく説明する。

【0012】

本発明に係るノイズフィルタは、商用電源を使用する電子装置のアース線に取り付けられるものであって、アース線に誘導されるノイズ電流を抑制するとともに商用電源からの短絡電流に対して磁気飽和する特性を有するインダクタと、インダクタに並列接続された抵抗器とを備えたことを特徴とするものである（請求項1）。電子装置において短絡事故などが発生すると、短絡電流がノイズフィルタを通ってアースへ流れる。このとき、ノイズフィルタのインダクタが磁気飽和することにより、短絡電流はインダクタをほぼ無損失で通過する。一方、共振周波電流を含む高周波のノイズ電流は、インダクタを通過せずに抵抗器で消費される。したがって、ノイズフィルタでノイズの電力が蓄えられないので、放出電力による問題もない。また、ノイズフィルタと対地容量との共振周波電流も抵抗器で消費されるので、共振周波電流による問題もない。

【0013】

インダクタと抵抗器との並列回路は、一方の端子がアース線を介して接地され、他方の端子が電子装置に接続される、としてもよい（請求項2）。インダクタ及び抵抗器の数は、単数でも複数でもよい。インダクタが複数ある場合は、少なくとも一つのインダクタに抵抗器が並列接続されていればよい。

【0014】

短絡電流が25Aであるとき、ノイズフィルタのインピーダンスが0.1Ω以下である、としてもよい（請求項3）。これは、IEC規格を満たす特性である。また、ノイズ電流の周波数が10kHzであるとき、インダクタのリアクタンスが2kΩ以上である、としてもよい（請求項4）。10kHz以上のノイズ周波数に対して2kΩ以上のリアクタンスがあれば、ノイズフィルタとして十分な性能となる。

【0015】

電源電流の角周波数を ω_p [rad]、ノイズ電流の下限の角周波数を ω_n [

rad]、前記インダクタのインダクタンスをL [H]、前記抵抗器の抵抗値をR [Ω]としたとき、好ましくは、

$$10 (\omega_p \cdot L) < R < (\omega_n \cdot L) / 10$$

が成り立ち（請求項5）、より好ましくは、

$$100 (\omega_p \cdot L) < R < (\omega_n \cdot L) / 100$$

が成り立ち（請求項6）、最も好ましくは、

$$1000 (\omega_p \cdot L) < R < (\omega_n \cdot L) / 1000$$

が成り立つ（請求項7）。このように、Rの範囲を狭めることによって、 ω_p での減衰量が適度に小さく、かつ ω_n での減衰量が適度に大きい、バランスのとれた特性が得られる。

【0016】

また、

$$(\omega_n \cdot L) / R \geq 1 / (2 \omega_n)$$

が成り立つ（請求項8）、としてもよい。このとき、抵抗器で消費される電力がインダクタに蓄えられる電力を越える特性となる。

【0017】

抵抗器が可変抵抗器である、としてもよい（請求項9）。ノイズフィルタが取り付けられる電子装置ごとに、その対地容量がばらつく。このような場合でも、可変抵抗器の抵抗値を変えることにより、共振周波数のばらつきに的確に対応できる。なお、ここでいう「可変抵抗器」には、固定抵抗器と可変抵抗器との直列回路やいわゆる半固定抵抗器等も含むものとする。

【0018】

インダクタがトロイダルコイルであり、このトロイダルコイル及び可変抵抗器の並列回路が筐体内に収容され、トロイダルコイルの内周壁に囲まれた空間内に可変抵抗器が配置され、可変抵抗器の抵抗値を変えるための抵抗値可変手段が筐体外から操作可能な位置に設けられた、としてもよい（請求項10）。抵抗値可変手段を筐体外から操作することにより、対地容量のばらつきにも簡単に対応できる。しかも、トロイダルコイルの内周壁に囲まれた空間内に可変抵抗器が配置されているので、筐体内の空間が有効に利用される。

【0019】

本発明に係る電子装置は、請求項1乃至10のいずれかに記載のノイズフィルタを備えたものである（請求項11）。

【0020】**【発明の実施の形態】**

図1 [1] は、本発明に係るノイズフィルタの第一実施形態を示す回路図である。図1 [2] は、図1 [1] のノイズフィルタの使用状態を示す回路図である。以下、これらの図面に基づき説明する。ただし、図9 [1] と同じ部分は同じ符号を付すことにより説明を省略する。

【0021】

本実施形態のノイズフィルタ10は、インダクタ12に抵抗器11が並列接続されたものである。インダクタ12及び抵抗器11の並列回路は、一方の端子72がアース線74を介して接地され、他方の端子73が電子装置75に接続される。このように、ノイズフィルタ10はアース線用の二端子ノイズフィルタである。

【0022】

電子装置75において短絡事故などが発生すると、短絡電流 I_s がノイズフィルタ10を通ってアース76へ流れる。このとき、ノイズフィルタ10のインダクタ12が磁気飽和することにより、短絡電流 I_s はインダクタ12をほぼ無損失で通過する。一方、共振周波電流を含む高周波のノイズ電流 I_n は、インダクタ12を通過せずに抵抗器11で消費される。したがって、ノイズフィルタ10でノイズの電力が蓄えられないので、放出電力による問題もない。また、ノイズフィルタ10と対地容量Cとの共振周波電流も抵抗器11で消費されるので、共振周波電流による問題もない。

【0023】

ここで、インダクタ12のインダクタンスを L 、角周波数を ω とすると、そのリアクタンスは ωL となる。一方、電子装置75の対地容量Cが呈するリアクタンスは $1/\omega C$ となるので、これと ωL とが直列共振することによってノイズ電流が発生する。

【0024】

本実施形態では、インダクタ12に並列に抵抗器11を設けている。そのため、商用電源の微弱な漏洩電流のような低周波かつ小電流は低リアクタンスを呈するインダクタ12を通過し、それより高い周波数成分を持つノイズ電流 I_n は抵抗器11を通過することにより電力消費される。

【0025】

すなわち、抵抗器11の抵抗値を R とすると、ノイズフィルタ10のインピーダンス Z は次式で表される。

【0026】

$$Z = [1 / \{R^2 + (\omega L)^2\}] \cdot \{R(\omega L)^2 + jR^2(\omega L)\} \quad \dots (1)$$

そして、 $\omega L \ll R$ のとき、

$$Z = [1 / \{1 + (\omega L / R)^2\}] \cdot \{(\omega L)^2 / R + j\omega L\} \doteq j\omega L \quad \dots (2)$$

である。そして、 $\omega L \gg R$ のとき、

$$Z = [1 / \{1 + (R / \omega L)^2\}] \cdot \{R + jR(R / \omega L)\} \doteq R \quad \dots (3)$$

である。

【0027】

式(2)から明らかなように、低周波電流(電源電流)は、ノイズフィルタ10のインピーダンスが $Z \doteq j\omega L$ となるから、ノイズフィルタ10を低損失で通過する。一方、式(3)から明らかなように、共振周波数を含む高周波電流(ノイズ電流)は、ノイズフィルタ10のインピーダンスが $Z \doteq R$ となるから、ノイズフィルタ10で消費される。

【0028】

ここで、電源電流の角周波数を ω_p [rad]、ノイズ電流の下限の角周波数を ω_n [rad]、インダクタ12のインダクタンスを L [H]、抵抗器11の抵抗値を R [Ω]としたとき、式(2)、(3)から明らかなように、

$$(\omega_p \cdot L) \ll R \ll (\omega_n \cdot L) \quad \dots (4)$$

を満足する必要がある。上式左辺の $(\omega_p \cdot L) \ll R$ の関係に着目すれば、R は $(\omega_p \cdot L)$ よりもできるだけ大きいことが望ましい。一方、上式右辺の $R \ll (\omega_n \cdot L)$ の関係に着目すれば、R は $(\omega_n \cdot L)$ よりもできるだけ小さいことが望ましい。これらのトレードオフの関係にあるものを両立させるには、例えば、

$$10 (\omega_p \cdot L) < R < (\omega_n \cdot L) / 10 \dots \dots (5)$$

とすることが好ましい。そして、より好ましくは、

$$100 (\omega_p \cdot L) < R < (\omega_n \cdot L) / 100 \dots \dots (6)$$

とする。最も好ましくは、

$$1000 (\omega_p \cdot L) < R < (\omega_n \cdot L) / 1000 \dots \dots (7)$$

とする。このように、R の範囲を狭めることによって、 ω_p での減衰量が適度に小さく、かつ ω_n での減衰量が適度に大きい、バランスのとれた特性が得られる。

【0029】

次に、図1 [2] に基づき、 ω_n 、L、R の適切な関係について、更に詳しく説明する。

【0030】

ノイズ源電圧 V_n によるノイズ電流 I_n は、アース線 74 を介して電子装置 75 側へ流入することにより、電子装置 75 の障害を発生させる。ノイズフィルタ 10 は、ノイズ電流 I_n の一部を抵抗器 11 で熱に変換することによって、電子装置 75 の障害を防ぐ。電子装置 75 の障害の程度によっては、わずかなノイズ電流 I_n を抵抗器 11 で消費するだけで、その障害が収まることがある。したがって、基本的に R の値は限定されない。

【0031】

ここで、ノイズフィルタ 10 の両端に現れる電圧を V_f 、インダクタ 12 に流れる電流を I_1 、抵抗器 11 に流れる電流を I_r とすると、

$$I_1 = V_f / (\omega_n \cdot L) \dots \dots (11)$$

$$I_r = V_f / R \dots \dots (12)$$

となる。そして、インダクタ 12 に蓄えられる電力 W_1 は、

$$W_1 = L \cdot I_1^2 / 2 = V_f^2 / (2 \omega_n^2 \cdot L) \quad \dots \quad (13)$$

となる。このとき、抵抗器11で消費される電力P_rは、

$$P_r = I_r^2 \cdot R = V_f^2 / R \quad \dots \quad (14)$$

となる。

【0032】

ここで、抵抗器11で消費される電力P_rはインダクタ12に蓄えられる電力W₁を少なくとも上回ること、すなわちP_r ≥ W₁となることが望ましい。したがって、式(13), (14)より、

$$W_1 / P_r = R / (2 \omega_n^2 \cdot L) \leq 1 \quad \dots \quad (15)$$

$$\therefore (\omega_n \cdot L) / R \geq 1 / (2 \omega_n) \quad \dots \quad (16)$$

が成り立つ。

【0033】

例えば、L = 3 [mH]、 $\omega_n = 2\pi \times 100$ [rad] とする。この ω_n は商用電源の周波数50 [Hz] の第二高調波である。このとき、式(16)から

$$(2\pi \times 100 \times 0.003) / R = 0.6\pi / R \geq 1 / (4\pi \times 100)$$

$$\therefore R \leq 240\pi^2 \approx 2.37 [k\Omega] \quad \dots \quad (17)$$

となる。すなわち、式(17)を満たすRの抵抗器11を有するノイズフィルタ10は、電源周波数の第二高調波以上のノイズを実質的に遮断できる。

【0034】

次に、インダクタ12について、具体的な数値に基づいて更に詳しく説明する。

【0035】

インダクタ12は、例えば外形90mm、内径74mmかつ厚さ13.5mmのフェライト・トロイダルコアに、直径2mmの銅線を100ターン巻いたものである。このとき、インダクタ12のインダクタンスが32mHになるので、10kHzのノイズ電流I_nに対するリアクタンスが2kΩとなることにより、かなりのノイズ電流抑制効果が期待できる。

【0036】

一方、IEC規格及びUL規格では、アース線74に挿入される回路素子は商用周波電流を25Aかつ60秒通電した状態でインピーダンスが0.1Ω以下でなければならない、という規定がある。インダクタ12は、60Hzの商用電源周波に対しても、インダクタンス32mHを使ってリアクタンスを計算すると12Ωとなってしまい、上記規格を満たさない。しかし、実際には、インダクタ12のインピーダンスが0.1Ω以下となるので、上記規格を満たすことになる。その理由は、前述のフェライト・トロイダルコアが25Aという電流値に対してB-H特性における飽和領域に入ることにより、インダクタ12は、もはやインダクタとしての働きが失われ、単なる導線抵抗値のみの回路素子となってしまうからである。

【0037】

つまり、ノイズフィルタ10は、磁性体の飽和特性を積極的に利用したアース線用ノイズフィルタである。アース線74は、電子装置75の基準電位を定める基準電位機能と、電子装置75内における短絡事故の際の短絡電流路（いわゆる保安アース線）として働く短絡保護機能とを有する。基準電位機能は、電力供給側の基準電位と被供給側機器側の基準電位とを同一化するという機能であって、電流を流すという目的を持っていない。一方、短絡保護機能は、被電力供給側機器における短絡事故等で生じる焼損損害を最小限に止め、かつ機器筐体に接触した人体を保護する目的をもっている。したがって、短絡保護機能では大電流の通電が想定されていることとなる。それゆえに、前述の規格のような厳格な規定が設けられているのである。

【0038】

図2及び図3は、インダクタ12の電流-電圧特性を示すグラフである。以下、図1、図2及び図3に基づき説明する。

【0039】

図2及び図3は、前述のインダクタ12に20Ωの電流制限抵抗器を直列に接続し、50Hzの商用電源周波電流を通電したときの、電流値とインダクタ端子間電圧値とをプロットしたものである。図2から明らかのように、電流値が80

mAを超えると、電流-電圧関係における直線性が失われ、コア材が飽和領域に入る。そして、図3から明らかなように、25Aの電流を流したときのリアクタンス値は0.072Ωと読み取れるので、前述の規格を満たしている。一方、アース線74に誘導されるノイズ電流 I_n が80mAを超えるケースは、皆無といってよい。したがって、ノイズ電流 I_n によってインダクタ12が磁気飽和することはないので、インダクタ12は商用電源周波数を含めたノイズ電流阻止フィルタとして十分な効果が期待できる。

【0040】

次に、インダクタ12に並列接続される抵抗器11の必要性について説明する。

【0041】

良く知られているように、コイル状のインダクタの回路素子としての表示記号は一般にインダクタンスLであるが、厳密には抵抗RとインダクタンスLとの直列二端子回路に並列容量Cが接続された複合二端子回路で表示される。このうち、抵抗Rはコア材にフェライトや珪素鋼などの磁性材を用いたときの磁性損失分であり、並列容量Cはコイル巻き線間に発生する迷容量である。それゆえ、実際にインダクタ12を回路素子として使用する際にはこのLとCによる並列共振が生じることとなる。つまり、この回路素子のインピーダンス|Z|は次式で示され、共振角周波数 ω は $\omega = 1/\sqrt{LC}$ である。

【0042】

$$|Z| = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2} / \sqrt{(1 - \omega^2 LC)^2 + (\omega RC)^2}$$

このとき、|Z|は最大値

$$|Z| = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2} / R\omega C$$

を示す。さらに、 $1 \ll \omega^2 LC$ となるほどの高い各周波数に対しては

$$\begin{aligned} |Z| &\approx \sqrt{R^2 + (\omega L)^2} / \sqrt{(\omega^2 LC)^2 + (\omega RC)^2} \\ &= \sqrt{R^2 + (\omega L)^2} / [\omega C \sqrt{R^2 + (\omega L)^2}] \\ &= 1 / \omega C \end{aligned}$$

となり、この回路素子は迷容量のみの素子となってしまう。しかも、大きなイン

ダクタンス値を得るためにコイル巻き線のターン数を増やせば増やすほどこの迷容量も増加してしまうので、インダクタとして働く角周波数が低くなってしまう。

【0043】

図4は、インダクタ12の周波数－インピーダンス特性を示すグラフである。以下、図1及び図4に基づき説明する。

【0044】

図4は、前述のフェライト・トロイダルコアに100ターン又は80ターンの巻き線を施してインダクタ12を得て、これをインピーダンスアナライザで測定した結果である。100ターンの場合は約320kHzで共振しており、80ターンの場合では約470kHzでの共振を示している。そして、1MHzから2MHzの領域で|Z|は $1/\omega C$ の形の特性曲線を示している。そして、5MHz以上の周波数では|Z|の値は振動波形を呈している。このような|Z|の振動現象はインダクタ12が螺旋アンテナとして作動し始めたためと思われる。

【0045】

したがって、インダクタ12に並列に抵抗器11を接続することにより、アンテナとしての作動現象を抑えるとともに、商用周波数を含む高周波ノイズをこの抵抗器11で損失させる。

【0046】

図5は、インダクタ12に並列に抵抗器11を接続した場合の周波数－インピーダンス特性を示すグラフである。以下、図1及び図5に基づき説明する。

【0047】

図5は、前述のフェライト・トロイダルコアに100ターンの巻き線を施してインダクタ12を得て、インダクタ12に300Ω又は3000Ωの抵抗器11を接続して、これをインピーダンスアナライザで測定した結果である。図5から明らかなように、ノイズフィルタ10は、インダクタンスとして果たす機能が1kHz以下の周波数でのみ期待され、1kHz以上のノイズ周波数に対しては抵抗としての機能が増してくるのである。更に付言すれば、前述のインダクタ12が高周波域でそのインピーダンス値を振動波形状に変化させる現象において、そ

の極大値及び極小値はコア材の形状、磁性特性のバラツキ及び巻き線の線径、ターン数、巻き方等により変化する。したがって、ノイズフィルタ10においては、前述のバラツキによって生じるノイズ低減効果の変動を補正するために、抵抗器11が必要となっているのである。

【0048】

図6は、ノイズフィルタ10の効果を示すグラフである。以下、図1及び図6に基づき説明する。

【0049】

図6は、大型電子装置にノイズフィルタ10を装着した前後における、周波数－ノイズ電流特性を示している。ノイズフィルタ10を装着する前は、アース線74にノイズ電流 I_n が大量に誘起されている。ノイズフィルタ10を装着すると、このノイズ電流 I_n が大幅に低下する。例えば、商用周波数付近では、ノイズ電流値で38dBの低減効果が認められる。したがって、ノイズフィルタとして、十分な機能を果たしていることがわかる。

【0050】

図7[1]は、本発明に係るノイズフィルタの第二実施形態を示す回路図である。以下、この図面に基づき説明する。ただし、図1[1]と同じ部分は同じ符号を付すことにより説明を省略する。

【0051】

本実施形態のノイズフィルタ30では、第一実施形態における抵抗器11(図1[1])が可変抵抗器31となっている。ノイズフィルタ30が取り付けられる電子装置ごとに、その対地容量Cがばらつく。このような場合でも、可変抵抗器31の抵抗値を変えることにより、共振周波数のばらつきに的確に対応できる。

【0052】

図7[2]は、本発明に係るノイズフィルタの第三実施形態を示す回路図である。以下、この図面に基づき説明する。ただし、図7[1]と同じ部分は同じ符号を付すことにより説明を省略する。

【0053】

本実施形態のノイズフィルタ40では、第二実施形態における可変抵抗器31に固定抵抗器41が接続されている。ノイズフィルタ40が取り付けられる電子装置ごとに、その対地容量Cがばらつく。このような場合でも、可変抵抗器31の抵抗値を変えることにより、共振周波数のばらつきに的確に対応できる。

【0054】

図8は、本発明に係るノイズフィルタの第四実施形態を示す斜視図である。以下、この図面に基づき説明する。ただし、回路は図7【1】と同じになるので、図7【1】と同じ部分は同じ符号を付すことにより説明を省略する。

【0055】

本実施形態のノイズフィルタ50は、インダクタとしてのトロイダルコイル12に可変抵抗器31が並列接続されたものである。トロイダルコイル12及び可変抵抗器31の並列回路は、一方の端子がコネクタ51を介して接地され、他方の端子がコネクタ52を介して電子装置に接続される。このように、ノイズフィルタ50はアース線用の二端子ノイズフィルタである。トロイダルコイル12及び可変抵抗器31の並列回路は、筐体53内に収容されている。筐体53は、例えばアルミニウム等の金属又導電性プラスチックからなる。

【0056】

また、トロイダルコイル12の中心に可変抵抗器31が配置されている。すなわち、トロイダルコイル12の中心の空間に可変抵抗器31が収まっているので、筐体53内の空間が有効に利用されている。

【0057】

更に、可変抵抗器31の抵抗値を変えるための回転軸（抵抗値可変手段）54が、筐体53外から操作可能な位置に設けられている。そのため、回転軸54を筐体53外から操作することにより、対地容量Cのばらつきにも簡単に対応できる。具体的には、筐体53に透孔55が設けられているので、透孔55からマイナスドライバを挿入することにより、回転軸54を容易に回すことができる。

【0058】

ノイズフィルタ50が取り付けられる電子装置ごとに、その対地容量Cがばらつく。そのため、ノイズフィルタ50を電子装置に取り付けた後、回転軸54を

操作することにより、所望の減衰特性を得ることができる。

【0059】

【発明の効果】

本発明に係るノイズフィルタによれば、従来のノイズフィルタのインダクタに抵抗器を並列接続したという簡単な構成により、共振周波電流を含む高周波のノイズ電流がインダクタを通過せずに抵抗器で消費されるので、放出電力による電子装置の誤動作等を防止できるとともに、電子装置の対地容量による共振周波電流も抑制できる。しかも、インダクタが短絡電流で磁気飽和することにより、短絡電流に対してはインダクタンスに関係なく低インピーダンスになるので、インダクタンスを高くしてノイズ電流を十分に遮断することができる。また、各請求項ごとに、以下の効果も奏する。

【0060】

請求項2記載のノイズフィルタによれば、インダクタ及び抵抗器の並列回路が一本のアース線に設けられ、一方の端子が接地され、他方の端子が電子装置に接続されるので、アース線用ノイズフィルタとして使用できる。

【0061】

請求項3記載のノイズフィルタによれば、短絡電流が25Aであるとき、ノイズフィルタのインピーダンスが0.1Ω以下であるので、IEC規格を満たすことができる。

【0062】

請求項4記載のノイズフィルタによれば、10kHz以上のノイズ周波数に対して2kΩ以上のリアクタンスを有するので、ノイズ電流を十分に遮断することができる。

【0063】

請求項5乃至7記載のノイズフィルタによれば、電源電流の角周波数を ω_p [rad]、ノイズ電流の下限の角周波数を ω_n [rad]、インダクタのインダクタンスをL [H]、抵抗器の抵抗値をR [Ω]としたとき、好ましくは、

$$10(\omega_p \cdot L) < R < (\omega_n \cdot L) / 10$$

より好ましくは、

$$100 (\omega_p \cdot L) < R < (\omega_n \cdot L) / 100$$

最も好ましくは、

$$1000 (\omega_p \cdot L) < R < (\omega_n \cdot L) / 1000$$

とすることにより、 ω_p での減衰量が適度に小さく、かつ ω_n での減衰量が適度に大きい、バランスのとれた特性を得ることができる。

【0064】

請求項8記載のノイズフィルタによれば、

$$(\omega_n \cdot L) / R \geq 1 / (2\omega_n)$$

とすることにより、抵抗器で消費される電力がインダクタに蓄えられる電力を越える特性を得ることができる。

【0065】

請求項9記載のノイズフィルタによれば、インダクタに並列接続される抵抗器を可変抵抗器としたことにより、電子装置ごとに対地容量がばらつく場合でも、可変抵抗器の抵抗値を変えることにより、共振周波数のばらつきに的確に対応できる。

【0066】

請求項10記載のノイズフィルタによれば、可変抵抗器の抵抗値を変えるための抵抗値可変手段が筐体外から操作可能な位置に設けられていることにより、抵抗値可変手段を筐体外から操作できるので、対地容量のばらつきにも簡単に対応できる。しかも、トロイダルコイルの内周壁に囲まれた空間内に可変抵抗器が配置されていることにより、筐体内の空間を有効に利用できるので、小型化及び軽量化を達成できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

図1 [1] は本発明に係るノイズフィルタの第一実施形態を示す回路図である。図1 [2] は図1 [1] のノイズフィルタの使用状態を示す回路図である。

【図2】

図1 [1] のノイズフィルタにおけるインダクタの電流-電圧特性（その1）を示すグラフである。

【図3】

図1〔1〕のノイズフィルタにおけるインダクタの電流－電圧特性（その2）を示すグラフである。

【図4】

図1〔1〕のノイズフィルタにおけるインダクタの周波数－インピーダンス特性を示すグラフである。

【図5】

図1〔1〕のノイズフィルタの周波数－インピーダンス特性を示すグラフである。

【図6】

図1〔1〕のノイズフィルタの効果を示すグラフである。

【図7】

図7〔1〕は本発明に係るノイズフィルタの第二実施形態を示す回路図である。図7〔2〕は本発明に係るノイズフィルタの第三実施形態を示す回路図である。

【図8】

本発明に係るノイズフィルタの第五実施形態を示す斜視図である。

【図9】

図9〔1〕は従来のノイズフィルタを示す回路図である。図9〔2〕は図9〔1〕のノイズフィルタの使用状態を示す回路図である。

【符号の説明】

10, 30, 40, 50 ノイズフィルタ

11, 31, 41 抵抗器

12 インダクタ

31 可変抵抗器

53 壴体

54 回転軸（抵抗値可変手段）

72, 73 端子

74 アース線

75 電子装置

L インダクタ12のインダクタンス

R 抵抗器11の抵抗値

C 電子装置75の対地容量

I_n ノイズ電流

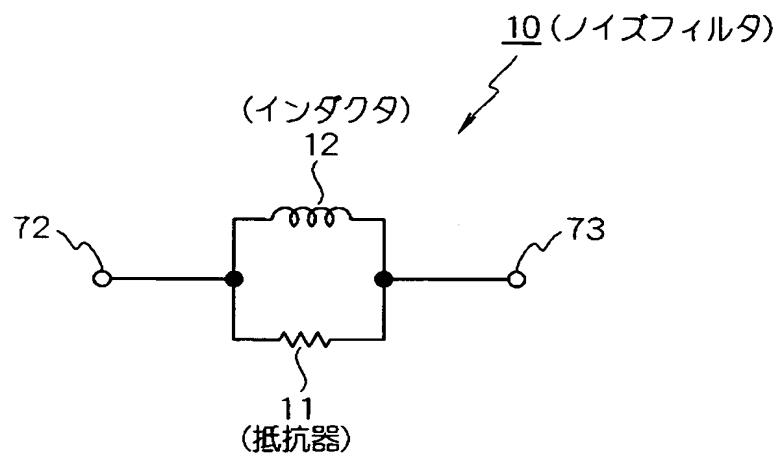
I_s 短絡電流

【書類名】

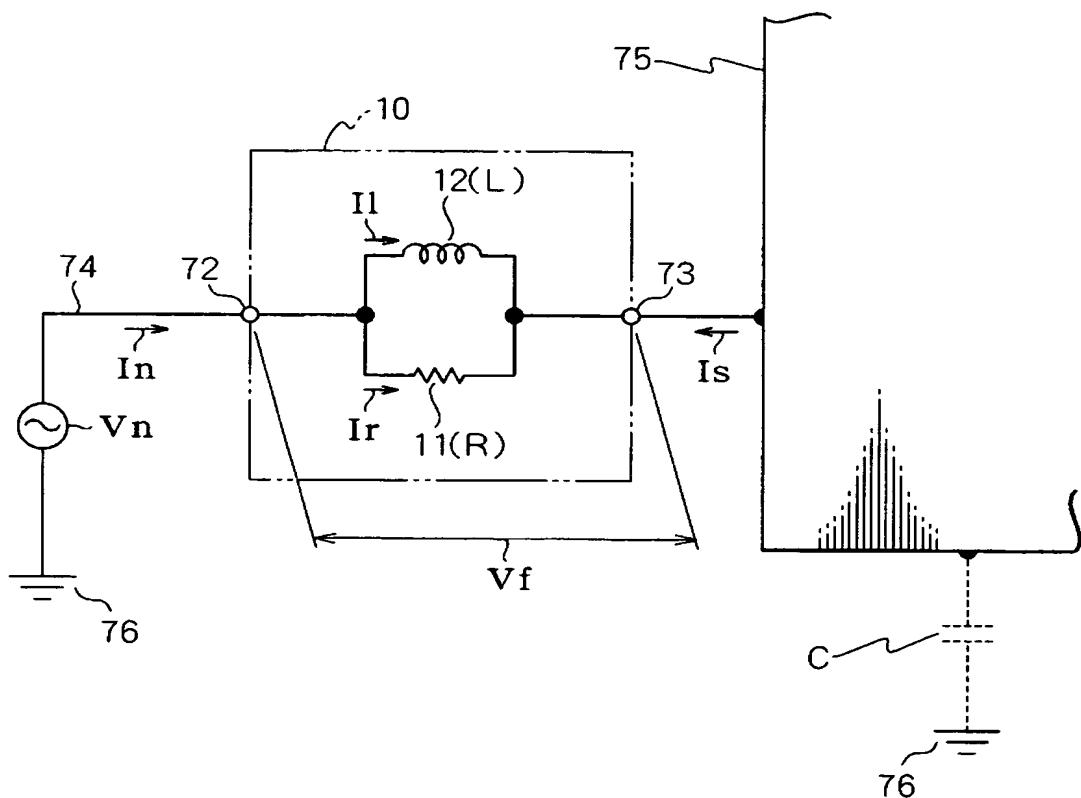
図面

【図1】

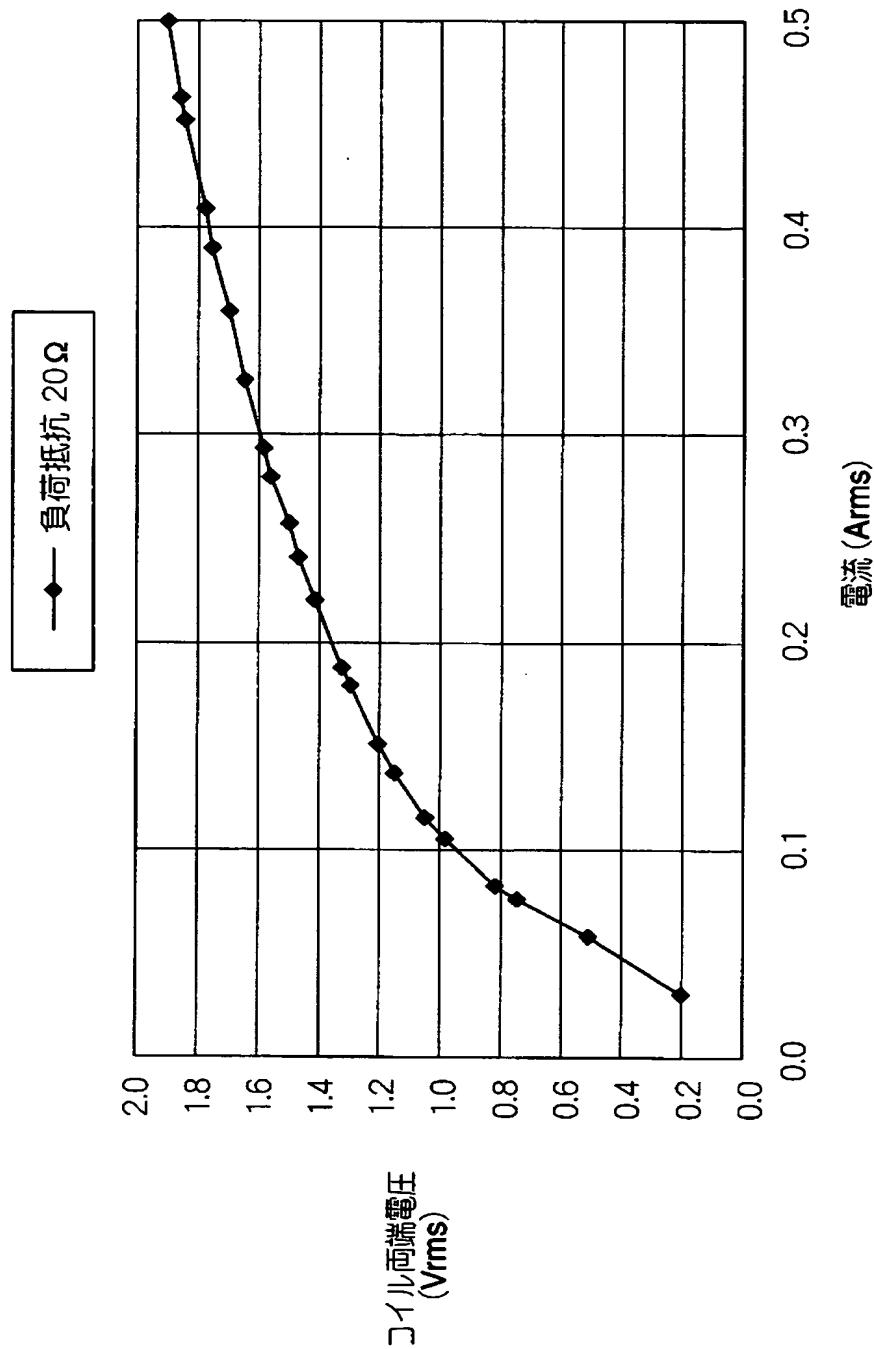
〔1〕



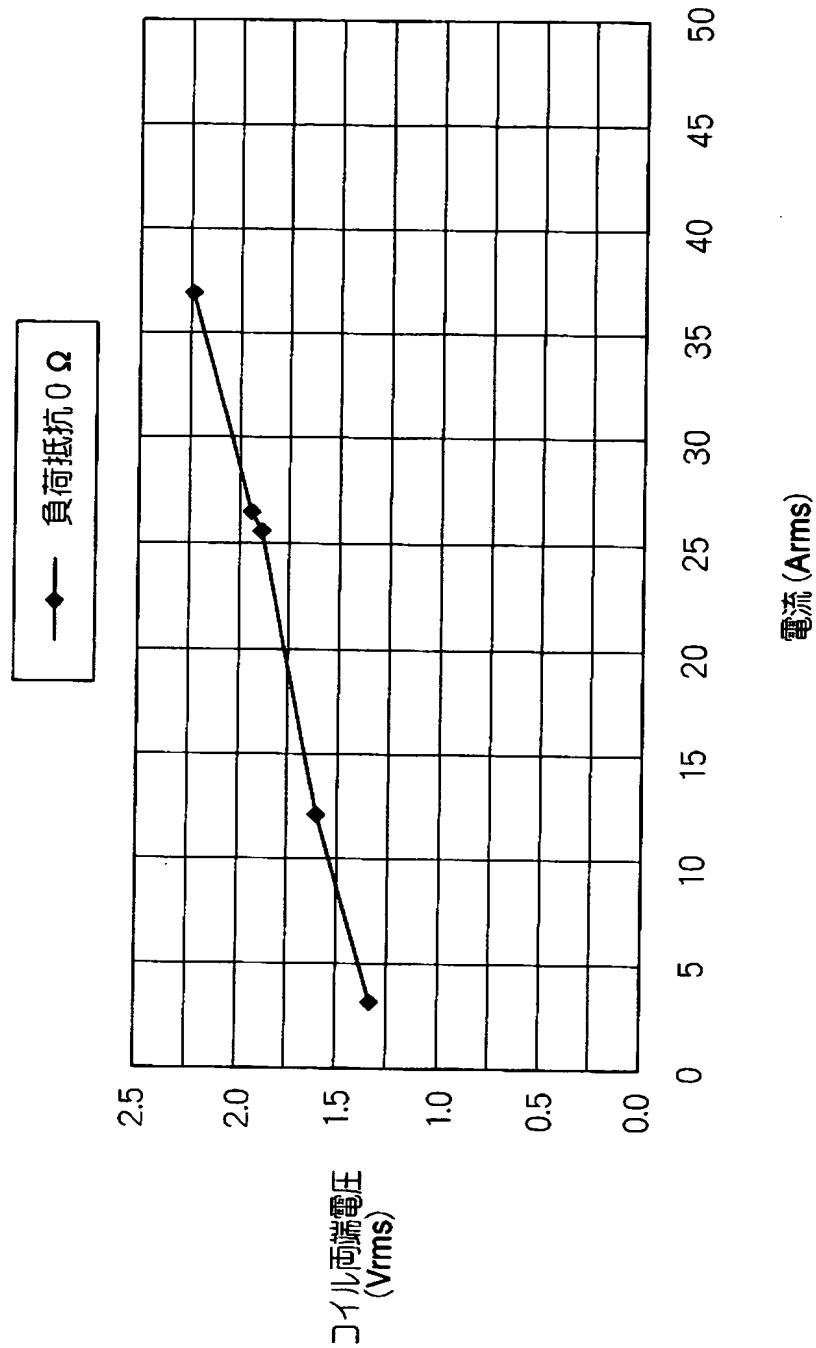
〔2〕



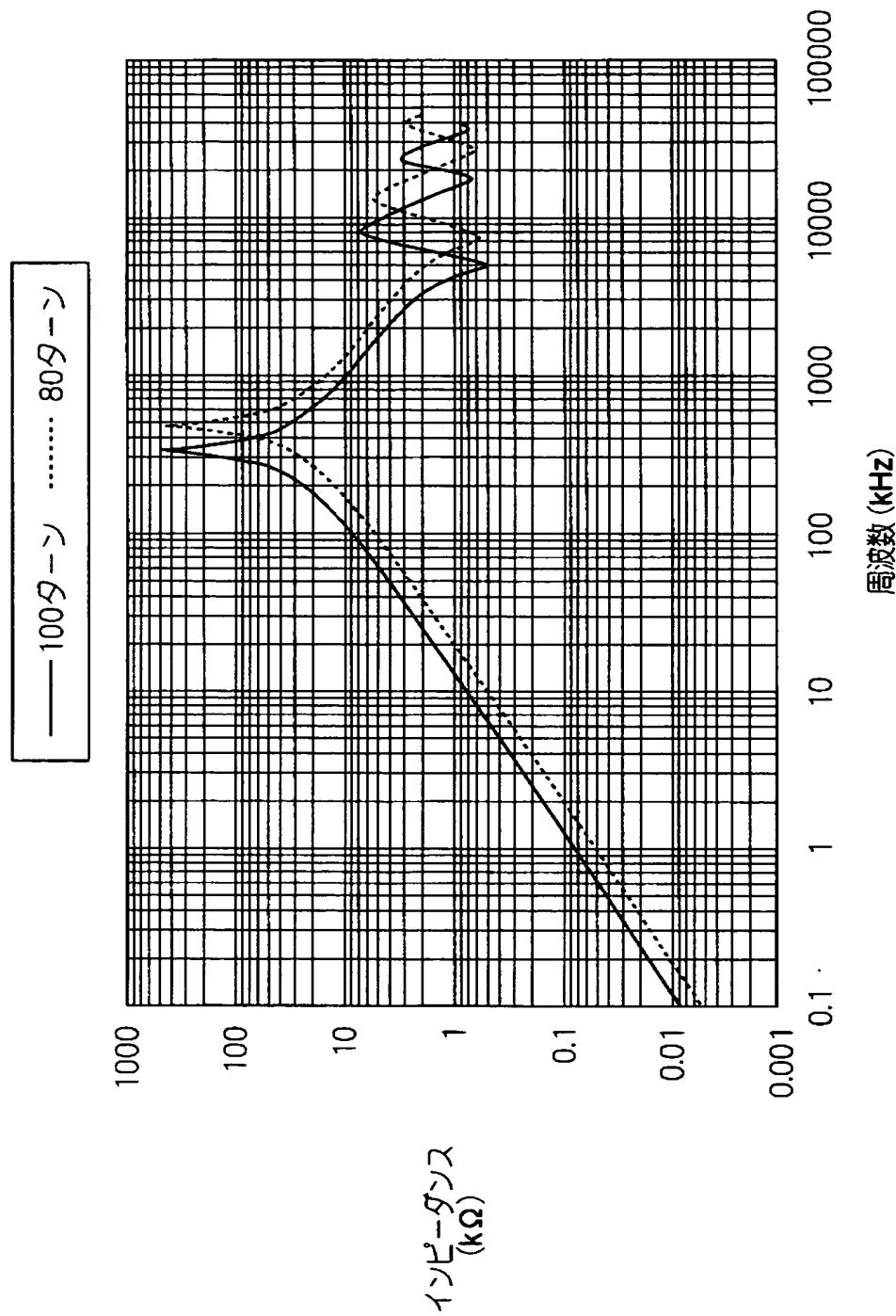
【図2】



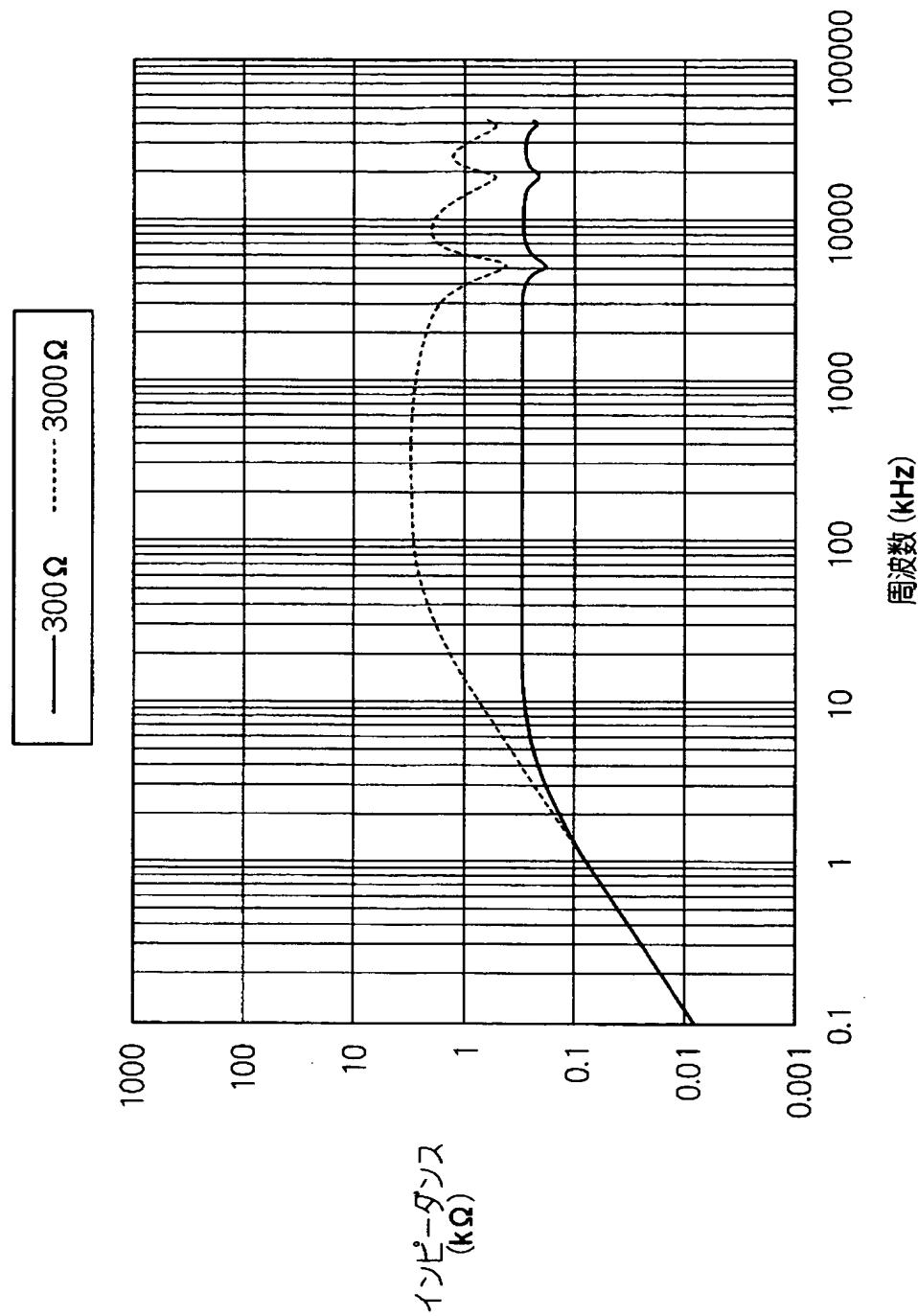
【図3】



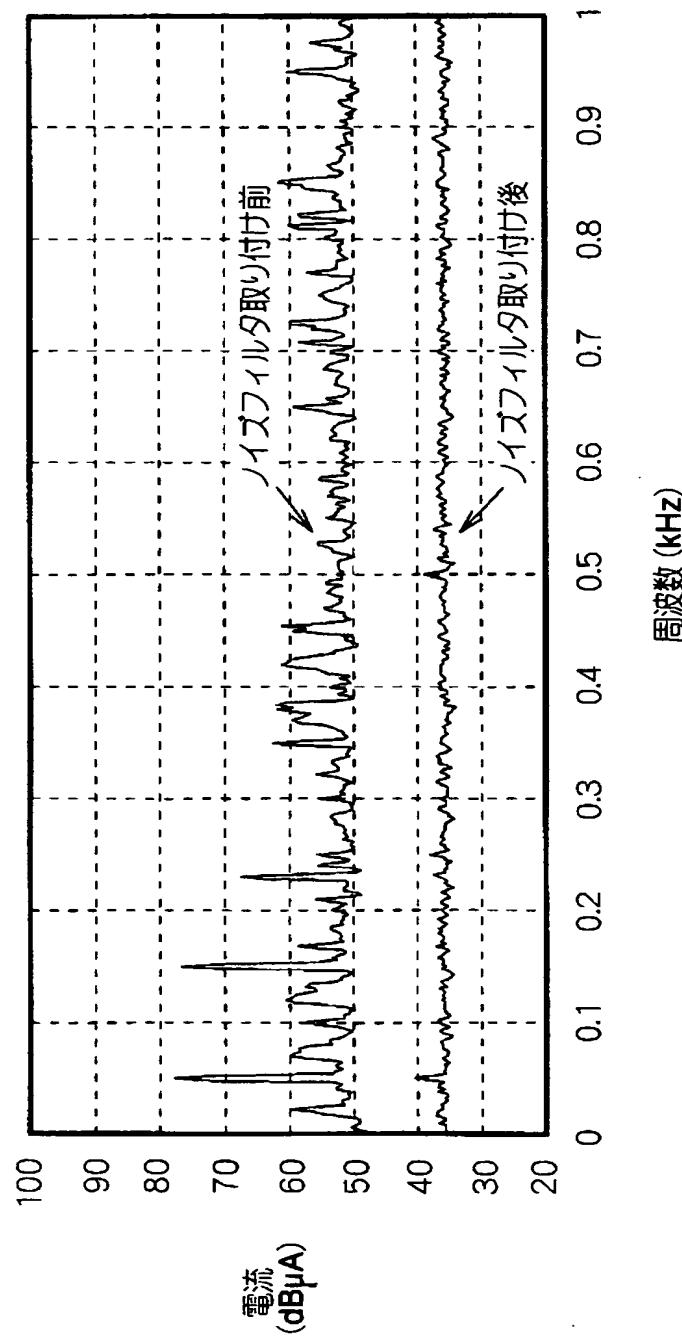
【図 4】



【図5】

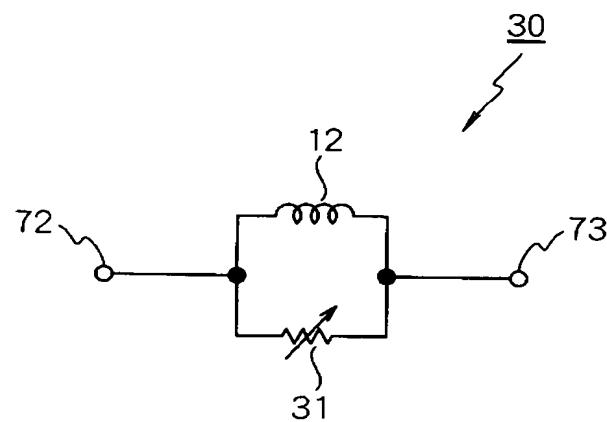


【図6】

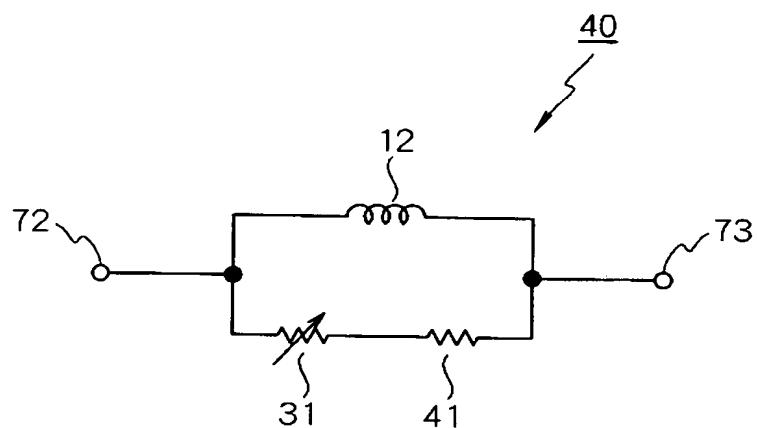


【図7】

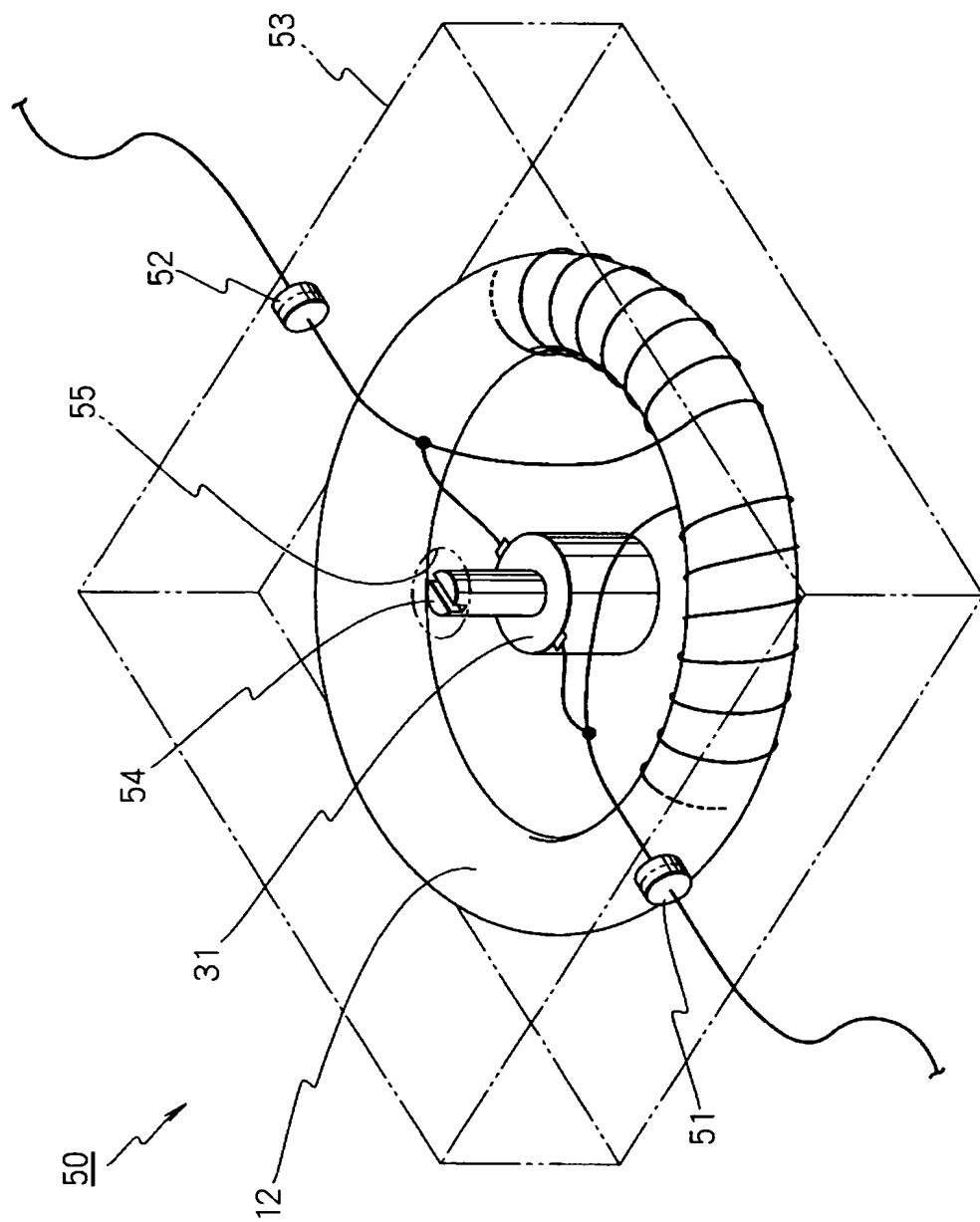
〔1〕



〔2〕

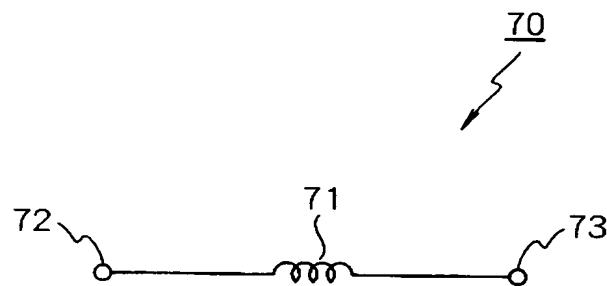


【図8】

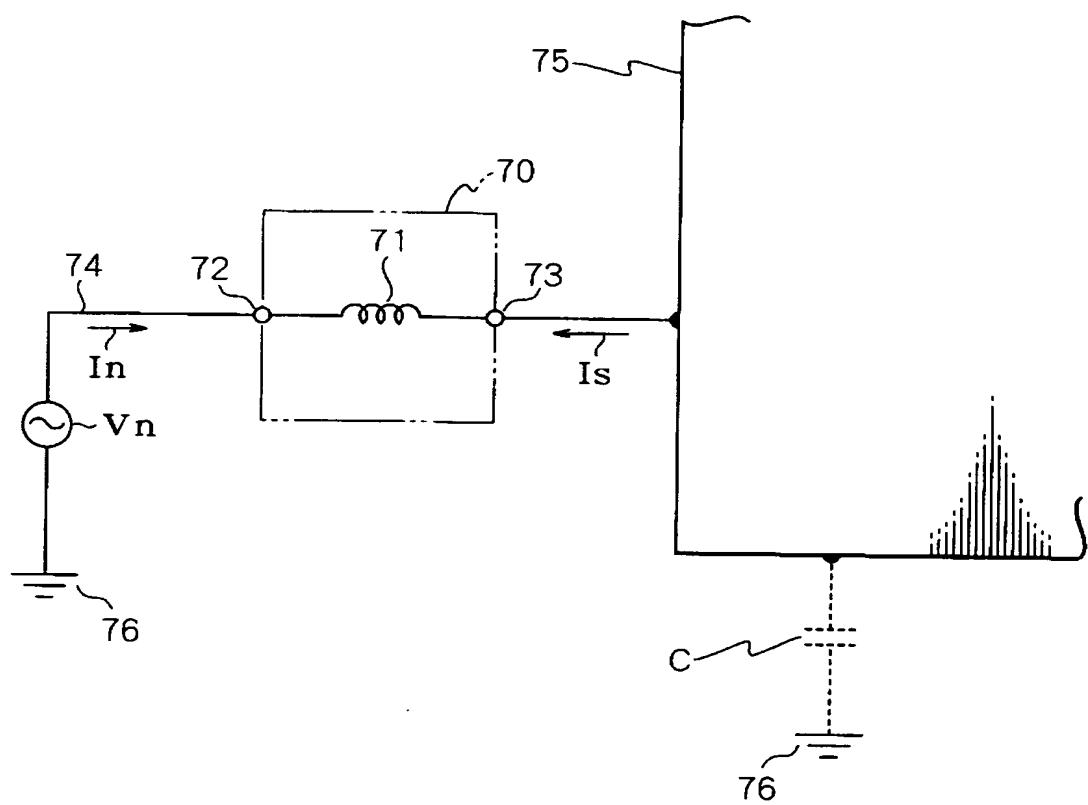


【図9】

(1)



(2)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ノイズフィルタからの放出電力による問題、及びノイズフィルタと対地容量との共振周波電流による問題を解決する。

【解決手段】 本発明のノイズフィルタ10は、インダクタ12に抵抗器11が並列接続されたものである。電源周波数の電流は、抵抗器11を通過せずにインダクタ12を無損失で通過する。一方、共振周波電流を含む高周波のノイズ電流は、インダクタ12を通過せずに抵抗器11で消費される。したがって、ノイズフィルタ10でノイズの電力が蓄えられないので、放出電力による問題もない。また、ノイズフィルタ10と対地容量Cとの共振周波電流も抵抗器11で消費されるので、共振周波電流による問題もない。

【選択図】 図1

特願2003-183302

出願人履歴情報

識別番号 [300031115]

1. 変更年月日 2000年 4月11日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都国分寺市本町3-10-22 オリエントプラザ国分寺
11階

氏 名 イーエムシー株式会社